



Rec'd PCT/TO 10 Mod. L.P.D. 24 JAN 2003

#2

Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

REC'D 26 SEP 2003	
WIPO	PCT

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. TO 2002 A 000640



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Roma, il 7 AGO. 2003

VIL DIRIGENTE
ING. DI CARLO

[Handwritten signature]

BEST AVAILABLE COPY

A. RICHIEDENTE (1)

N.G.

Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome	cognome nome
95 TOSALLI Marco	

F. PRIORITA

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R	SCIOGLIMENTO RISERVE Data N° Protocollo

FIRMA DEL (1) RICHIEDENTE (1)

Ing. Luciano BOSOTTI

N. iscriz. ALBO 260

(in proprio o per gli altri)

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO CENTRALE BREVETTI

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA : 2002 A 0000840

NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO 22/07/2002

DATA DI RILASCIO

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione Telecom Italia Lab S.p.A.

Residenza Torino (TO)

D. TITOLO

Procedimento e sistema per il monitoraggio della qualità di servizio in reti per telecomunicazioni, relativi componenti e prodotti informatici

Classe proposta (sez./cl./scl/)

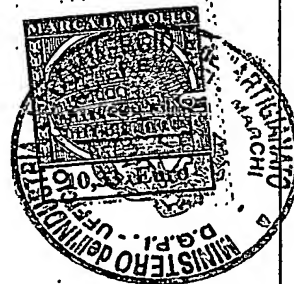
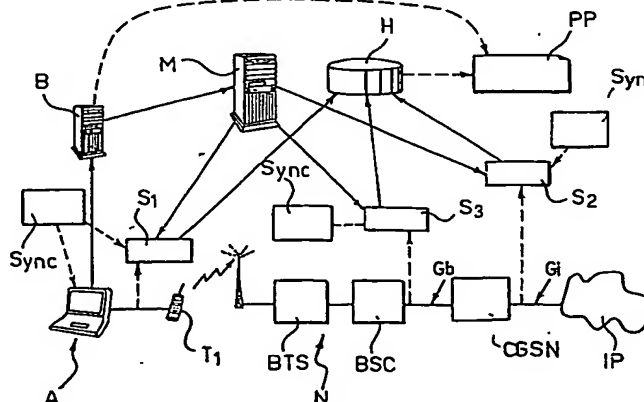
(gruppo/sottogruppo)

L. RIASSUNTO

Per rilevare la qualità di servizio a livello applicativo in una rete per telecomunicazioni (N) si prevede una funzione (A) di attuazione di sessioni a livello applicativo su detta rete (N). Tramite tale funzione di attuazione (A), si attuano quindi delle sessioni rilevando (F) e memorizzando (H_x) altresì in un insieme di punti (S_1, \dots, S_k, S_n) della rete (N) dati indicativi del comportamento di detta rete. Si verifica (B) l'eventuale insorgere di situazioni di criticità relative alla qualità di servizio e, a fronte dell'insorgere di una detta situazione di criticità, si genera un segnale di avviso (Trigger). Per effetto della generazione di tale segnale di avviso si raccolgono in modo centralizzato (H) i dati indicativi del comportamento della rete rilevati e memorizzati nel suddetto insieme di punti della rete (N). I dati così raccolti sono indicativi della qualità di servizio end-to-end della rete (N) stessa. Applicazione preferenziale a reti a pacchetto come reti di telefonia mobile quali reti GPRS o UMTS. (Figura 5)

M. DISEGNO

Fig. 5



C.C.I.A.A. Torino

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento e sistema per il monitoraggio della qualità di servizio in reti per telecomunicazioni, relativi componenti e prodotti informatici"

di: Telecom Italia Lab S.p.A., nazionalità italiana,
Via G. Reiss Romoli, 274 - Torino

Inventori designati: Andrea CALVI, Ivan PAZZINI,
Roberto PROCOPIO, Vito RIBAUDO e Marco TOSALLI

Depositata il: 22 luglio 2002

2002A000640

* * *

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce al monitoraggio della qualità di servizio (o QoS, secondo un acronimo d'uso corrente desunto dalla denominazione anglosassone Quality of Service) nei sistemi per telecomunicazioni.

L'invenzione è stata sviluppata con particolare attenzione alla possibile applicazione ai sistemi di telecomunicazione a pacchetto, quali ad esempio i sistemi di telecomunicazione mobile quali GPRS (acronimo per General Packet Radio Service) o UMTS (acronimo per Universal Mobile Telecommunications System).

In ogni caso, il riferimento a tali settori di possibile applicazione non dev'essere interpretato

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

in senso limitativo della portata dell'invenzione, che è affatto generale.

Per il monitoraggio delle reti di telecomunicazione sono noti vari sistemi in grado di operare come analizzatori di protocollo distribuiti, capaci dunque di correlare i messaggi di segnalazione ed i dati in vari punti della rete.

Ad esempio, in US-A-5 850 386 è descritto un analizzatore di protocolli utilizzabile per monitorare il funzionamento di reti di trasmissione di tipo numerico. L'analizzatore in questione è suscettibile di visualizzare statistiche a livello di stazione, statistiche di rete, informazioni in tempo reale su eventi in corso sulla rete nonché informazione sulla distribuzione dei protocolli. In più, tale soluzione è in grado di generare informazioni di base sul funzionamento della rete presentandole in modo simultaneo insieme con informazioni di prestazioni in tempo reale e sessioni di monitoraggio di attività di pre-programmazione. Tutto questo generando altresì rapporti legati all'analisi della rete di trasmissione.

Sistemi di questo tipo sono tuttavia pensati per operare in modo esteso sulla rete e non sono dunque adatti ad un uso saltuario né ad essere trasportati.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

In più, questi sistemi richiedono necessariamente la disponibilità di una notevole capacità di memorizzazione per consentire la raccolta esaustiva delle informazioni su opportune basi dati.

Sono poi disponibili analizzatori di protocollo suscettibili di effettuare un'approfondita analisi puntuale dei dati che transitano su una o più interfacce di rete.

Sostanzialmente riconducibile a questa impostazione è la soluzione descritta in US-A-6 397 359. In tale soluzione le prestazioni di una rete sono valutate definendo programmi (schedule) di prova comprendenti protocolli di prova destinati ad essere implementati nonché indicazioni relative a quali protocolli devono essere eseguiti per una pluralità di connessioni sulla rete. Una connessione può essere definita fra due nodi di estremità della rete e, ad istanti di tempo specificati, la coppia di nodi di estremità in questione esegue il protocollo di prova misurando le prestazioni del collegamento di rete fra i due nodi senza che ciò comporti alcun coinvolgimento del software applicativo che quindi può essere tanto installato quanto non installato sull'hardware dei computer che supportano i nodi di estremità.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUILX
s.r.l.

In sostanza, sistemi di questo tipo - o sistemi sostanzialmente equivalenti - non si prestano a correlare i dati oggetto di analisi con allarmi generati in altri punti del sistema o, meglio, della rete. In più questi sistemi operano essenzialmente rilevando le prestazioni del collegamento di rete: non sono quindi in grado di svolgere un'analisi di prestazioni legate alla qualità percepita da una specifica sessione applicativa.

Esistono, a dire il vero, soluzioni in grado di monitorare la qualità a livello applicativo. In proposito si può far riferimento al documento US-A-6 108 700, dove è descritta una soluzione che permette di misurare il tempo di risposta di un'applicazione (comprese applicazioni distribuite in un ambiente client/server o su internet) così come percepita da un utilizzatore finale.

In modo indipendente da ogni altra considerazione, sistemi di questa natura, concepiti in via principale per l'impiego su reti di computer, non sono di solito in grado - a fronte di una rilevazione di livelli prestazionali anomali - di approfondire le cause di malfunzionamento della rete in associazione alla quale si trovano ad operare.

A criteri di funzionamento sostanzialmente analoghi, dunque esposti alle stesse limitazioni

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.



delineate in precedenza, è riconducibile anche il prodotto reso disponibile con il nome commerciale di ResponseCenter 3.0 dalla società Response Networks, Inc. di Alexandria, VA (Stati Uniti).

Sussiste quindi l'esigenza di fornire una soluzione che sia contemporaneamente in grado di:

- monitorare la qualità di servizio (QoS) a livello applicativo, e
- evidenziare i dati necessari per localizzare il problema nella rete.

Tutto questo con specifica attenzione al possibile impiego in contesti applicativi come le reti di telecomunicazione a pacchetto quali le reti mobili GPRS o UMTS cui si è già fatto cenno in precedenza.

La presente invenzione si prefigge lo scopo di fornire una soluzione in grado di soddisfare tale esigenza.

Secondo la presente invenzione, tale scopo è raggiunto con un procedimento avente le caratteristiche richiamate in modo specifico nelle rivendicazioni che seguono. L'invenzione riguarda anche, in modo distinto, il corrispondente sistema, nonché i relativi apparati componenti e prodotti informatici.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Per prodotto informatico (o computer program product) si intende qui indicare un prodotto direttamente caricabile nella memoria interna di un elaboratore numerico e comprendente porzioni di codice software suscettibili, quando tale prodotto è eseguito su un elaboratore, di realizzare le fasi del procedimento secondo l'invenzione e/o di svolgere la funzione di uno o più degli apparati componenti il relativo sistema.

La soluzione secondo l'invenzione consente di rilevare eventi ritenuti critici e di memorizzare in modo dettagliato il corrispondente flusso dati nella rete sulle varie interfacce ritenute significative. I dati raccolti possono quindi essere post-elaborati per individuare e possibilmente risolvere le criticità.

L'invenzione sarà ora descritta, a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni annessi, nei quali:

- la Figura 1 illustra in termini generali l'architettura di un sistema suscettibile di operare secondo l'invenzione,

- le Figure 2, 3 e 4 sono diagrammi di flusso che illustrano il possibile funzionamento di un sistema suscettibile di dare attuazione all'invenzione,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

- la Figura 5 illustra, sotto forma di uno schema a blocchi, un esempio di configurazione di prova attuabile ricorrendo all'invenzione,

- la Figura 6 illustra l'architettura di un componente di un sistema quale quello illustrato nella figura 1,

- le Figure 7, 8 e 9 sono diagrammi di flusso illustrativi del funzionamento del componente della figura 6,

- la Figura 10 illustra in modo schematico ulteriori caratteristiche del componente della figura 6, e

- la Figura 11 ripropone lo schema di una possibile architettura di monitoraggio secondo l'invenzione riferita ad uno specifico esempio applicativo.

Nella figura 1 il riferimento N indica in generale una rete per telecomunicazioni nell'ambito della quale si vuole effettuare un'azione di monitoraggio della qualità di servizio (QoS) ed in particolare un monitoraggio della qualità di servizio di tipo end-to-end.

Per fissare le idee, senza che questo sia da intendersi in senso limitativo della portata dell'invenzione, la rete N può essere costituita da

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

una rete di telecomunicazione a pacchetto quale una rete mobile GPRS o UMTS.

I riferimenti numerici S_1 , S_2 (e, in generale, S_1 , S_2 , ..., S_k , ..., S_n) indicano apparati di monitoraggio delle interfacce di rete da sottoporre ad analisi.

Al riguardo si apprezzerà che la soluzione secondo l'invenzione si presta ad impiegare un insieme di tali apparati (nel seguito indicati in generale come S_k) comprendente un numero qualsiasi di apparati.

Si tratta di apparati suscettibili di essere collocati praticamente in ogni punto della rete N sottoposta ad analisi. Questo significa che gli apparati S_k possono operare su qualsiasi interfaccia di rete ritenuta di interesse secondo le situazioni specifiche, risultando così suscettibili di essere attestati, nel caso di una rete di telecomunicazione mobile, tanto in corrispondenza di interfacce fisse, quanto in corrispondenza di interfacce mobili associate ai terminali mobili della rete.

Gli apparati S_k fanno capo ad una struttura di comunicazione bidirezionale, ad esempio del tipo a bus, indicata complessivamente con P .

Alla struttura P fa capo un apparato centrale coordinamento M cui è associata una struttura

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



memorizzazione dei dati raccolti, indicata con H, destinata a fungere da archivio.

I riferimenti A e B indicano poi, rispettivamente, un apparato per l'effettuazione di sessioni di test a livello applicativo ed un apparato di verifica per la rilevazione della qualità di servizio a livello applicativo e segnalazione di eventuali situazioni di criticità.

Infine con Sync sono indicati gli elementi di un sistema di sincronizzazione dei vari apparati presentati in precedenza.

Ulteriori indicazioni in merito a specifiche forme di implementazione a livello hardware dei vari apparati o moduli descritti in precedenza saranno fornite nel proseguimento della presente descrizione.

A livello di descrizione generale, l'apparato A è configurato di preferenza in modo da poter eseguire ripetutamente sessioni di test a livello applicativo utilizzando le risorse offerte dalla rete. Ciò può rendere necessario accedere a determinati server in rete o esterni (non indicati in figura) suscettibili di offrire il servizio richiesto.

Per ogni test, l'apparato A invia all'apparato B informazioni che consentono ad esso di valutare la

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

qualità del servizio rilevata, nonché informazioni sulle tempistiche e, se necessario, gli stessi dati inviati o ricevuti dalla rete.

Sulla base delle informazioni ricevute dall'apparato A, l'apparato B tratta i dati ricevuti così da poterne verificare la congruenza ovvero la non congruenza con determinati criteri di qualità di servizio (QoS).

Nelle applicazioni più correnti, i dati in questione sono confrontati con soglie di riferimento disponibili all'interno dell'apparato B, che è suscettibile di generare un allarme nel caso in cui si verifichi la non congruenza dei dati ricevuti con le suddette soglie.

L'allarme è notificato all'apparato M ed i dati raccolti dall'apparato A sono inoltre inviati, quando necessario, all'archivio H.

Lo scambio delle comunicazioni in questione avviene in modo preferito attraverso la stessa struttura P. Può però essere previsto un collegamento diretto fra l'apparato B e l'apparato M - nel verso indicato - per consentire l'inoltro dei messaggi di allarme.

Gli apparati S_k sono destinati a cooperare con le interfacce sulle quali si ritiene utile effettuare l'azione di monitoraggio. Due di tali

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUXX
s.r.l.

interfacce, indicate con I_1 e I_2 , sono rappresentate nella figura 1; nel seguito la generica interfaccia monitorata sarà indicata con I_k . Tipicamente si può trattare di una qualsiasi interfaccia dati o di segnalazione coinvolta nelle operazioni di livello applicativo relative ai test effettuati dall'apparato A.

Nel caso di una rete N costituita da una rete a pacchetto, i pacchetti che transitano su tali interfacce I_k possono essere raccolti (eventualmente filtrando - secondo i criteri meglio descritti nel seguito - solo il traffico di interesse per il test) dagli apparati di monitoraggio S_k . I pacchetti così raccolti sono memorizzati da ciascun apparato su una memoria quale, ad esempio, un buffer circolare di dimensione opportuna (non specificatamente illustrato nei disegni, ma di tipo noto) suscettibile di conservare informazioni per un tempo sufficientemente lungo. I criteri di dimensionamento di una tale memoria sono descritti in maggior dettaglio nel seguito.

Ciascun apparato di monitoraggio S_k può ricevere inoltre un segnale di trigger dall'apparato M. A fronte di un tale evento, ciascun apparato di monitoraggio S_k è suscettibile di inviare verso

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

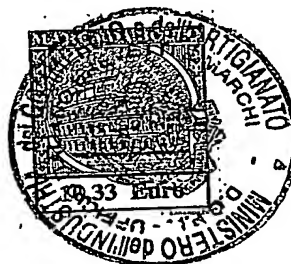
l'archivio H i dati contenuti nel suo buffer circolare, proseguendo l'azione di monitoraggio.

In una forma di attuazione preferita dell'invenzione, sono inoltre previsti comandi aggiuntivi, suscettibili di essere inviati dall'apparato M, ad esempio per avviare o interrompere l'attività di monitoraggio o, in generale, per effettuare operazioni di amministrazione dell'apparato.

L'apparato H fungente da archivio ha lo scopo di raccogliere centralmente tutti i dati correlati ad eventi rilevati come anomalie. In particolare, per ogni anomalia, nell'archivio H sono raccolti dati provenienti dall'apparato A per l'effettuazione dei test a livello applicativo, dall'apparato B per la rilevazione della qualità del servizio e dagli apparati di monitoraggio S_k associati alle interfacce I_k da analizzare.

L'apparato centrale di coordinamento, indicato con M nella figura 1, ha lo scopo di effettuare in modo centralizzato il controllo di tutti gli altri apparati compresi nell'architettura illustrata. La funzionalità dell'apparato M prevede che, a fronte della ricezione di un segnale di trigger di allarme dall'apparato B, l'apparato M invii corrispondenti

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OULX
s.r.l.



segnali di trigger a tutti gli apparati di monitoraggio delle interfacce.

Nella forma di attuazione dell'invenzione al momento preferita, l'apparato M è inoltre configurato in modo da svolgere funzioni aggiuntive, ad esempio per consentire di controllare da remoto tutti gli apparati, attivandoli, disattivandoli o configurandoli secondo necessità.

Un ruolo importante in seno all'architettura illustrata nella figura 1 è svolto dal sistema di sincronizzazione comprendente gli apparati indicati con Sync. Tali apparati possono essere presenti in numero qualsiasi, anche in funzione dell'impostazione generale (architettura centralizzata ovvero decentralizzata) data al sistema di sincronizzazione. Di solito, al fine di consentire un uso agevole del sistema, è opportuno che i singoli elementi del sistema di sincronizzazione possono essere dislocati anche a distanza gli uni dagli altri, eventualmente anche in localizzazioni geografiche abbastanza distanti fra loro.

La presenza del sistema di sincronizzazione in questione è legato all'osservazione del fatto che per la valutazione delle prestazioni è importante tenere in conto i tempi di attraversamento della

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

rete da parte dei pacchetti/segnali. Ciò presuppone il fatto che i vari apparati tra i quali si rilevano i suddetti tempi di attraversamento siano effettivamente sincronizzati fra loro. L'accuratezza del sistema è determinata così da essere compatibile con la precisione delle informazioni che si intendono ottenere.

Lo schema della figura 2, sostanzialmente riconducibile ad un diagramma di flusso, illustra il funzionamento di base dell'apparato centrale di coordinamento M.

In sostanza, l'apparato M opera attuando ciclicamente, con una velocità correlata alla velocità di evoluzione dei fenomeni che si intendono monitorare, una routine ciclica comprendente una prima fase o passo 100 di attesa di eventuali notifiche provenienti dall'apparato B seguita - in presenza di una tale notifica ricevuta dall'apparato B - da una fase o passo 102 in cui una corrispondente notifica o trigger è inviata verso i vari apparati di monitoraggio delle interfacce S_1 , ..., S_k , ..., S_n .

Il diagramma di flusso della figura 3 illustra, secondo modalità fondamentalmente analoghe a quelle adottate nella figura 2, il funzionamento dell'apparato o degli apparati di effettuazione test

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

e di rilevazione della qualità (riferimenti A e B nella stessa figura).

La figura 4 illustra invece il funzionamento di uno qualsiasi degli apparati S_k predisposti per il monitoraggio delle interfacce I_k .

Le figure in questione hanno naturalmente carattere puramente illustrativo e sono riprodotte secondo modalità semplificate per agevolare la comprensione: si apprezzerà infatti che tanto nella figura 2, quanto nelle figure 3 e 4 non sono evidenziate le normali funzionalità di gestione quali, ad esempio, l'avvio di processi, l'inizializzazione e la terminazione di processi, ecc.

Puntando dapprima l'attenzione sull'apparato di effettuazione dei test (riferimento A della figura 1) il passo 200 nella figura 3 indica una normale fase o passo di partenza seguito da un passo 202 in cui l'apparato A identifica (in base a criteri di programmazione/schedulazione in esso impostati - secondo criteri di per sé noti) il test destinato ad essere di volta in volta attuato.

Questo test è quindi effettuato in un passo indicato con 204; in un passo 206 l'apparato A invia verso l'apparato B, di preferenza su un collegamento

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUXX
s.r.l.

dedicato, i dati e parametri relativi al test effettuato.

Effettuata tale trasmissione, il funzionamento dell'apparato A evolve nuovamente a monte del passo indicato con 202 per procedere allo svolgimento di un test successivo.

E' evidente che questo test può consistere sia in un test "nuovo" rispetto a quello effettuato in precedenza, sia in un test "vecchio" già effettuato in precedenza e ripetuto dopo un certo intervallo di tempo.

Il passo indicato con 208 nella figura 3 corrisponde, con riferimento all'apparato B, ad una generica fase di attesa in cui l'apparato B attende di ricevere dati e parametri relativi ai test effettuati (secondo le modalità viste in precedenza) dall'apparato o dagli apparati A compresi nel sistema.

Ricevuti tali dati e parametri, in un passo indicato con 210 l'apparato B verifica se tali informazioni risultino congruenti ovvero non congruenti con determinati criteri di qualità rappresentati da corrispondenti dati memorizzati nell'apparato B.

Nell'esempio di applicazione più corrente, tali criteri sono semplicemente rappresentati da livelli

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.



di soglia predefiniti con i quali dati ed i parametri di qualità ricevuti dal modulo B vengono confrontati.

Tutto questo per procedere quindi, in un successivo passo 212, ad un'operazione di scelta o decisione diretta a stabilire se i suddetti dati o parametri risultino congruenti ovvero non congruenti rispetto ai criteri di accettabilità predefiniti e memorizzati nell'apparato B.

Qualora i suddetti dati e parametri non risultino essere fuori dai limiti previsti (esito negativo del passo 212, indicativo del fatto che il test a cui si riferiscono i dati e parametri in questione non ha rilevato alcuna situazione anomala) il funzionamento dell'apparato B evolve nuovamente verso la fase di attesa indicata con 208.

In caso contrario (esito positivo del confronto svolto nel passo 212, indicativo del fatto che i dati e parametri relativi al test effettuato hanno rilevato la presenza di una situazione anomala) l'apparato B procede in un passo 214 ad inviare un corrispondente messaggio di notifica o trigger verso l'apparato M. L'apparato B provvede altresì, in un passo 216, ad inviare verso l'archivio H i dati e parametri raccolti, che sono indicativi (ed

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

identificativi) della situazione anomala rilevata grazie al test effettuato dall'apparato A.

Il diagramma di flusso della figura 4, relativo al funzionamento di un generico apparato S_k di monitoraggio delle interfacce I_k , prende anch'esso avvio da una fase di inizio 300 per evolvere in modo preferito in due direzioni secondo un tipico modello a processi concorrenti.

La prima direzione di evoluzione è verso un passo 302 in cui l'apparato S_k rimane in attesa di un pacchetto di dati/parametri dalla rispettiva interfaccia in esame I_k .

Il riferimento 304 indica un passo in cui l'apparato svolge una funzione di filtro secondo le modalità meglio descritte nel seguito. Tale passo o operazione di filtraggio - che di per sé incorpora successive operazioni di elaborazione - può evolvere tanto con un ritorno a monte del passo 302 (quando l'operazione di filtraggio non dà origine ad alcun risultato apprezzabile) quanto verso un passo 306 in cui i dati derivanti dall'operazione di filtraggio vengono aggiunti al buffer circolare associato all'apparato S_k . Tutto questo per poi riciclare a monte del passo 302.

L'altro processo attuato all'interno dell'apparato S_k prevede invece un primo passo 307

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUJX
s.r.l.

di generica attesa di messaggio o trigger generato - secondo modalità meglio illustrate nel seguito - dall'apparato M. Tutto questo per procedere, in un successivo passo indicato con 308, attuato alla ricezione del suddetto segnale di trigger, che prevede l'invio dei dati contenuti nel buffer circolare dell'apparato S_k verso l'archivio H.

L'apparato per l'effettuazione dei test indicato con A opera quindi effettuando in modo continuativo un test a livello applicativo ed inviando all'apparato per la rilevazione della qualità di servizio, indicato con B, i dati di prestazione misurati. Contemporaneamente, gli apparati di monitoraggio S_k intercettano i pacchetti ritenuti di interesse sulle interfacce I_k controllate, memorizzandoli nei propri buffer circolari.

Qualora l'apparato di rilevazione della qualità di servizio B segnali un allarme, l'apparato centrale di coordinamento M invia un segnale di trigger agli apparati di monitoraggio S_k . Questi ultimi inviano all'archivio H una copia del proprio buffer circolare continuando il monitoraggio.

In tal modo, a fronte di un allarme, i pacchetti raccolti si riferiscono ad una finestra temporale precedente. La loro analisi può dunque consentire di ricavare informazioni di dettaglio, ad esempio per

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

localizzare i cosiddetti "colli di bottiglia" all'interno della rete.

I buffer circolari degli apparati di monitoraggio S_k sono dimensionati per garantire il salvataggio di tutte le informazioni relative ad una sessione di test suscettibile di produrre un allarme. Per tale dimensionamento si tiene quindi conto del tipo di sessione, della durata ragionevolmente attesa della stessa (anche in caso di problemi), nonché della quantità di dati che, a valle del filtro, viene raccolta sul buffer, nonché dei tempi di ritardo fra il manifestarsi della situazione critica e l'arrivo dei segnali di trigger agli apparati di monitoraggio S_k .

La figura 5 illustra un esempio di configurazione di test applicata ad uno scenario di impiego in cui la rete N è costituita da una rete GPRS.

In particolare, si è supposto che si vogliano sottoporre a prova le prestazioni dell'interfaccia radio e del nodo CGSN (acronimo per Combined GPRS Support Node). Il nodo in questione riunisce in sé le funzionalità del cosiddetto GGSN (acronimo per Gateway GPRS Support Node) e del cosiddetto SGSN (acronimo per Serving GPRS Support Node).

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



Nello schema della figura 5 sono stati evidenziati, oltre ad un nodo CGSN, anche una stazione radio base o BTS (acronimo per Base Transceiver Station) ed il modulo BSC (acronimo per Base Station Control) ad esso associato.

E' stato inoltre evidenziato il collegamento fra il nodo CGSN ed una corrispondente rete IP (acronimo per Internet Protocol).

In più, il riferimento T1 indica un qualsiasi terminale mobile compreso nella rete al momento attestato sulla stazione BTS rappresentata.

Anche se la rappresentazione della figura 1 è limitata ad un solo nodo CGSN, ad una sola stazione BTS, ad un solo controllare BSC e ad un unico terminale mobile T1, si apprezzerà che il campo di applicazione dell'invenzione abbraccia in generale un numero qualsiasi di tali elementi.

Nello schema della figura 5 sono stati inoltre riportati gli stessi riferimenti già introdotti in relazione alla figura 1, il che rende superfluo descrivere nuovamente il ruolo svolto da ciascuno degli elementi indicati da tali riferimenti.

Per quanto riguarda possibili dettagli di implementazione (qui descritti a puro titolo esemplificativo e dunque senza intento limitativo della portata dell'invenzione) il terminale mobile

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

T1 può essere costituito da un qualunque terminale mobile GPRS, preferibilmente provvisto di capacità di analisi delle prestazioni dell'interfaccia radio; si può trattare, ad esempio, di un terminale del tipo venduto con il nome commerciale di TEMS versione 3.2 o superiori dalla società Ericsson.

L'apparato A è suscettibile di essere realizzato tramite personal computer ed in particolare ricorrendo alla struttura di agent (o client - nel seguito le due denominazioni saranno utilizzate in modo equivalente) messa a punto dalla Richiedente ed identificata con la denominazione di BMPOP. Tale soluzione di agent, in grado di rilevare la qualità di servizio (QoS) end-to-end a livello applicativo e di inviare i dati raccolti ad un corrispondente server BMPOP remoto (apparato B) può essere vantaggiosamente implementata su un personal computer portatile con le seguenti caratteristiche:

- processore Pentium IV, 500 MHz,
- RAM 512 MB,
- Windows NT/2000,
- hard-disk 20 GB,
- doppia interfaccia seriale RS232 (suscettibile di realizzare la connessione al terminale TEMS citato in precedenza), e

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

- funzione GPS (acronimo per Global Positioning System) per la sincronizzazione.

Una o più delle denominazioni commerciali riprodotte in precedenza e/o nel seguito possono corrispondere a marchi di fatto e/o registrati.

Il server BMPOP già citato e destinato a svolgere la funzione dell'apparato B può essere implementato su PC (anche di tipo fisso, essendo invece l'implementazione su PC portatile preferita per l'apparato A) avente le seguenti caratteristiche:

- processore Pentium IV, 500 MHz,
- RAM 512 MB,
- Windows NT/2000,
- base dati Oracle 8, e
- hard-disk 34 GB.

Tale server è configurato per fungere da sistema centralizzato per la raccolta dei dati forniti dal client A.

In particolare, così come già visto in precedenza, il server B è suscettibile di inviare messaggi di avviso (alert o trigger) all'apparato M che funge da master del sistema, in caso di rilevazione di anomalie. L'apparato M opera come sistema generalizzato di gestione e coordinamento

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUJX
s.r.l.

del monitoraggio della qualità in cooperazione con l'archivio H.

Quest'ultimo è costituito da una base dati in grado di raccogliere, attraverso l'apparato M, i dati forniti dai vari apparati di monitoraggio S_k e dal server B.

Dal punto di vista della realizzazione pratica, l'apparato M e l'archivio H ad esso associato possono essere implementati su uno stesso personal computer, ad esempio ricorrendo ad un computer avente le seguenti caratteristiche:

- processore Pentium IV, 500 MHz,
- RAM 512 MB,
- Windows NT/2000, e
- hard-disk 40 GB.

Su tale computer risiede un semplice programma applicativo (suscettibile di essere realizzato secondo criteri noti, e quindi tali da non richiedere una descrizione particolareggiata in questa sede) suscettibile di ricevere - secondo le modalità già descritte in precedenza - un segnale di trigger dal server B e di inviare corrispondenti messaggi di trigger ai vari apparati S_k (in numero di tre, indicati rispettivamente con S_1 , S_2 e S_3 , nell'esempio di attuazione qui illustrato).

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.



Tale segnale di trigger può essere realizzato con l'invio di un particolare pacchetto IP.

Nello specifico esempio di applicazione - che si rammenta ancora una volta essere tale - cui fa riferimento la figura 5, a ciascuno degli apparati S_1 , S_2 e S_3 è associato un rispettivo modulo di sincronizzazione Sync - di tipo noto - di preferenza basato su GPS.

Gli apparati S_1 , S_2 e S_3 possono essere vantaggiosamente realizzati ricorrendo alla soluzione nota con la denominazione commerciale di SNIFFER (Network General Corp).

Nell'esempio qui illustrato, il primo apparato S_1 è associato al terminale mobile T1 con la funzione di rilevare il passaggio dei pacchetti a valle dell'applicativo supportato dall'apparato A e di inviare i relativi dati all'archivio H.

L'apparato S_2 è configurato per memorizzare il traffico sull'interfaccia Gi fra il nodo CGSN e la rete IP ed anche in questo caso di inviare la relativa informazione su richiesta verso l'archivio H.

L'apparato S_3 è anch'esso un analizzatore di protocolli in grado di analizzare l'interfaccia Gb fra il nodo CGSN ed il modulo BSC. Si può trattare, ad esempio, di un analizzatore TEKTRONIX K1297.

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

Dal punto di vista implementativo, l'apparato S₁ può essere configurato, ad esempio, ricorrendo ad una normale soluzione SNIFFER di linea seriale installato sullo stesso personal computer che ospita il client A (ad esempio EtherPeek versione 3.6.2 di produzione WildPacket's).

L'apparato S₂ può essere anch'esso installato sul personal computer con le seguenti caratteristiche:

- processore Pentium IV, 500 MHz,
- RAM 512 MB,
- Windows NT/2000, e
- hard-disk 20 GB.

L'apparato S₂ ha di preferenza le seguenti caratteristiche:

- è in grado di memorizzare in un buffer, preferibilmente di tipo circolare, i pacchetti IP che passano sull'interfaccia Gi,
- è in grado di interpretare un trigger che scatena un opportuno processo operativo predefinito, e
- è in grado, a fronte del suddetto trigger, di inviare all'archivio H i dati raccolti.

Una possibile implementazione può essere basata sulle primitive offerte dalla libreria WinPcap versione 2.3 o superiori.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

Così come già detto, l'apparato S_2 è di preferenza connesso ad un'apparecchiatura GPS per garantire la sincronizzazione con gli altri apparati.

L'apparato S_3 (suscettibile, come già si è detto, di essere implementato con strumentazioni Tektronix K1297 o strumentazione equivalente), ha di preferenza le seguenti caratteristiche:

- è in grado di controllare la pila protocollare del GPRS sull'interfaccia Gb,
- è in grado di memorizzare su un buffer, di preferenza di tipo circolare, i pacchetti che passano sulla suddetta interfaccia,
- è in grado di ricevere e interpretare un trigger che scatena un opportuno processo operativo predefinito, e
- è in grado, a fronte del suddetto trigger, di inviare all'archivio H i dati raccolti.

Anche in questo caso, la sincronizzazione viene conseguita, in modo preferito, tramite connessione ad un'apparecchiatura GPS.

Ulteriori caratteristiche di realizzazione degli apparati S_1 , S_2 e S_3 (o di apparati equivalenti) saranno descritte nel seguito.

Sempre con riferimento allo schema della figura 5 si può ricordare che - nella forma di attuazione

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

al momento preferita - il terminale mobile T1 può essere anche configurato per svolgere funzionalità di monitoraggio dell'interfaccia radio: il relativo software di gestione e controllo di tali funzionalità risiede sullo stesso personal computer che ospita l'agent indicato con A.

In termini essenziali, e rifacendosi agli stessi criteri generali di funzionamento già descritti in precedenza, il funzionamento della soluzione illustrata nella figura 5 prevede che l'apparato A fungente da agent effettui prove continuative di qualità di servizio end-to-end verso precise destinazioni (ad esempio verso specifici indirizzi di server sulla rete IP).

L'apparato S₁ rileva il passaggio dei pacchetti e le relative tempistiche, inviando la corrispondente informazione all'archivio H.

Contemporaneamente, gli apparati S₂ e S₃ effettuano il monitoraggio continuo rispettivamente dell'interfaccia G₁ e dell'interfaccia G_b, filtrando i pacchetti scambiati tra l'agent A ed i server remoti connessi tramite la rete IP.

I dati sono raccolti in corrispondenti buffer. Si tratta di preferenza di buffer circolari in cui i dati più vecchi sono sovrascritti. Quando il server B rileva una situazione di criticità, esso invia -

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OULX
s.r.l.



tramite l'apparato M fungente da master - un messaggio o trigger di avviso verso gli apparati S_1 , S_2 e S_3 . Questi effettuano una copia dei dati raccolti fino a quel momento e la inviano all'archivio H.

I dati così raccolti (ed altri dati eventualmente forniti direttamente dall'apparato B - si osservi la linea a tratti all'estremità superiore della figura 5) sono così resi disponibili per un'elaborazione.

Questa ha tipicamente il carattere di una post-elaborazione, trattandosi il più delle volte di una funzione di analisi dei dati raccolti suscettibile di essere svolta tanto in modo automatico, quanto in modo semi-automatico con l'intervento di uno o più operatori. Si apprezzerà peraltro che i criteri e le modalità di svolgimento di tale operazione di elaborazione, indicata con PP nello schema della figura 5, esulano dall'ambito specifico della presente invenzione.

In un contesto quale il contesto GPRS cui la figura 5 si riferisce a titolo di esempio, è possibile individuare indicatori di qualità quali:

- tempi di attraversamento in discesa (down-link) ed in salita (up-link) di uno spezzone di rete (rete di accesso, nodo CGSN, ecc.);

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

- perdite e ritrasmissioni TCP (acronimo per Transmission Control Protocol) sulle interfacce IP,
- valutazione delle finestre utilizzate dal protocollo TCP, e
- correlazione fra i protocolli RLC (acronimo per Radio Link Control) e TCP.

Si descriverà ora, con riferimento allo schema della figura 6, la soluzione realizzativa al momento preferita in relazione all'architettura degli apparati S_k .

Al riguardo si apprezzerà che una tale architettura può essere utilizzata in modo vantaggioso sia per realizzare tutti gli apparati S_k , sia per realizzare solo alcuni di tali apparati.

Ad esempio, facendo riferimento all'architettura illustrata nella figura 5, tutti e tre gli apparati S_1 , S_2 e S_3 hanno la funzione di monitorare pacchetti in transito, dimostrando inoltre la caratteristica di poter essere controllati da remoto e di inviare ad un server parimenti remoto le informazioni raccolte.

Sono già oggi disponibili (si vedano al riguardo le considerazioni fatte nella parte introduttiva della presente descrizione) soluzioni in grado di rilevare i pacchetti in transito su una rete di telecomunicazione a pacchetto, operando anche

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

opportuni filtraggi. Sono anche noti sistemi hardware e software più complessi, in grado di monitorare più interfacce di rete di riconoscere ed interpretare molteplici protocolli standard. Tutto questo, se del caso, con la possibilità di interpretare il passaggio di determinati pacchetti o messaggi in essi contenuti come messaggi di allarme o trigger, suscettibili di attivare determinati comportamenti da parte del sistema.

Una caratteristica comune di tali sistemi noti è quella di prevedere la possibilità di memorizzare a livello locale i dati rilevati, così da costituire un archivio consultabile a posteriori.

Nel contesto della presente invenzione è invece importante disporre di apparati suscettibili di utilizzo a distanza, ossia apparati in grado di effettuare localmente la rilevazione dei pacchetti, l'eventuale filtraggio e memorizzazione delle informazioni e di inviare ad un server remoto i dati raccolti a fronte di determinati eventi.

Lo schema della figura 6 rappresenta l'architettura generale di un qualunque modulo S_k suscettibile di essere compreso in un sistema del tipo di quelli illustrati nelle figure 1 e 5.

Per facilitare la comprensione, nello schema della figura 6 sono state rappresentati unicamente,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

oltre ad un singolo apparato S_k , la rete N oggetto di analisi e l'apparato M fungente da server remoto destinato ad inviare verso i vari apparati S_k (per effetto della ricezione di un segnale di allerta o trigger da parte dell'apparato B nelle figure 1 e 5) corrispondenti segnali di trigger destinati a far sì che l'apparato S_k di volta in volta coinvolto invii verso l'apparato M i dati di cui dispone.

L'architettura generale dell'apparato o modulo S_k comprende, nella forma di attuazione al momento preferita:

- un modulo di filtraggio dei pacchetti, indicato con F,
- una memoria H_k per l'archiviazione - a livello di modulo S_k - dei dati,
- un apparato M_k per svolgere - sempre a livello locale - una funzione di coordinamento, e
- un insieme di funzionalità di connessione.

In primo luogo, è prevista una funzionalità di connessione K operante fra la rete N e l'apparato S_k per la raccolta dei dati di monitoraggio relativi alle interfacce I_k .

Per quanto riguarda la trasmissione dei dati di monitoraggio dagli apparati S_k verso l'apparato M e per la trasmissione del segnale di trigger

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.



dall'apparato M ai vari apparati S_k è possibile ricorrere a soluzioni diverse.

Ad esempio, è possibile prevedere una funzione di connessione principale C per la trasmissione dei dati di monitoraggio dagli apparati S_k verso l'apparato M ed una funzione ausiliaria C_t per la trasmissione del segnale di trigger dall'apparato M ai vari apparati S_k .

Come alternativa totale o parziale, per la trasmissione dei dati di monitoraggio dagli apparati S_k verso l'apparato M e/o per la trasmissione del segnale di trigger dall'apparato M ai vari apparati S_k , è possibile utilizzare la stessa rete N sottoposta a monitoraggio.

In questo caso è possibile prevedere una prima funzionalità di connessione, indicata con C' , per la trasmissione dei dati di monitoraggio dagli apparati S_k verso la rete N e una seconda funzionalità di connessione, indicata con C'' , operante fra la rete N e l'apparato M. Questa seconda funzionalità di connessione può essere utilizzata tanto per la trasmissione dei dati di monitoraggio dalla rete N verso l'apparato M quanto per la trasmissione del segnale di trigger dall'apparato M verso la rete N.

Quando si adotta quest'ultima soluzione, nel singolo modulo S_k è presente anche un sotto-modulo o

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

dispositivo di intercettazione dei messaggi di trigger, indicato con T. Il dispositivo T analizza i pacchetti in transito nella rete e, qualora rilevi pacchetti che soddisfino a criteri definibili - secondo criteri noti - in fase di configurazione dell'apparato S_k , interpreta tali pacchetti come segnali di trigger, dandone comunicazione al rispettivo modulo H_k affinché operi di conseguenza.

Il sistema di filtraggio dei pacchetti F effettua una selezione sui pacchetti in transito nella rete (ad esempio sulle interfacce G_i e G_b nel caso degli apparati S_2 e S_3 della figura 5). Ciò avviene in base a criteri definiti - in modo di per sé noto - in fase di configurazione del singolo apparato S_k . Solo i pacchetti che soddisfano i criteri predefiniti sono presi in considerazione ed inviati all'archivio locale H_k .

Il modulo di archiviazione dati H_k svolge la funzione di archiviare i pacchetti provenienti dal modulo di filtraggio F. Così come già detto, per l'implementazione del modulo H_k è al momento preferita una modalità di archivio di tipo buffer circolare, in cui i dati più vecchi sono sovrascritti, in modo da limitare ad un valore massimo (determinato in modo selettivo in funzione

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

delle esigenze applicative) la quantità di dati memorizzati.

Tale quantità è definita - anche qui secondo criteri noti - in sede di configurazione dell'apparato S_k tenendo conto di quanto estesa si desidera possa essere la "finestra" temporale di osservazione associata ai dati che, memorizzati a livello del singolo apparato S_k , vengono poi trasmessi verso l'apparato M in vista della memorizzazione nell'archivio centralizzato H.

E' preferibile che il modulo di filtro F sia in grado di scartare tutto il traffico generato dall'apparato S_k cui è associato, compreso il traffico generato per l'invio dei dati verso l'apparato M.

I diagrammi di flusso delle figure 7, 8 e 9 illustrano in maggiore dettaglio i criteri di funzionamento del modulo di filtraggio F, del modulo di coordinamento M_k e del modulo T (se presente).

Anche in questo caso, così come nel caso delle figure 2 a 4 non sono state rappresentate, per semplicità di illustrazione, le ulteriori funzionalità di gestione, comunque presenti, quali ad esempio avvio di processi, inizializzazione, terminazione di processi ecc.

BUZZI, NOTAKU &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

Il funzionamento del modulo F si articola essenzialmente in tre passi successivi, ripetuti secondo un ordinamento ciclico.

Il primo passo, indicato con 400 nella figura 7, corrisponde all'attesa dei pacchetti a partire dalla rete N o, in modo più preciso, dalla relativa interfaccia monitorata.

I pacchetti ricevuti sono quindi sottoposti, in un successivo passo indicato con 402, alla funzione di filtraggio vera e propria.

Se il pacchetto di volta in volta considerato non è rilevante ai fini della funzione di monitoraggio (esito negativo del passo 402) il relativo pacchetto viene scartato ed il sistema evolve nuovamente verso il passo di attesa 400.

Se, al contrario, il passo 402 dà esito positivo, indicando che il pacchetto di volta in volta considerato è rilevante ai fini della funzione di monitoraggio, in un successivo passo 404 tale pacchetto viene inviato verso l'archivio H_k ed il sistema evolve nuovamente verso il passo di attesa 400.

Così come già più volte indicato, il buffer H_k è di preferenza organizzato sotto forma di buffer circolare, in cui i dati più vecchi sono sovrascritti dai più recenti. Tale buffer deve

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



essere correttamente dimensionato per garantire il salvataggio di tutte le informazioni di interesse relative ad una sessione di elaborazione. Per tale dimensionamento si tiene pertanto conto del tipo di sessione, della durata della stessa e della quantità di dati che, a valle della funzione di filtraggio, viene raccolta sul buffer.

Il funzionamento del modulo M_k si articola essenzialmente in una fase di attesa 500, in cui il modulo M_k rileva il possibile arrivo del segnale di trigger (ricevuto - con riferimento all'architettura rappresentata nelle figure 1 e 5 - dal modulo M).

Tutto questo per procedere, alla ricezione di tale segnale, ad inviare verso l'apparato M i dati contenuti nell'archivio H_k . Tale passo o fase di invio è indicata con 502 nel diagramma della figura 8.

Il diagramma di flusso della figura 9 si riferisce al funzionamento del modulo T suscettibile di procedere alla rilevazione del segnale di trigger quando questo, invece di essere ricevuto a partire dall'apparato M, è generato all'interno dell'apparato S_k tramite un'operazione di osservazione dei pacchetti in transito sulla rete N.

Nella figura 9, il relativo passo di attesa è indicato con il riferimento 602, mentre il

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

riferimento 604 indica un successivo passo di controllo in cui il modulo T esamina il pacchetto ricevuto dal modulo T per stabilire se questo corrisponda o no ai criteri suscettibili di identificare tale pacchetto come corrispondente ad un segnale di trigger.

In caso di esito negativo, il funzionamento del modulo T evolve semplicemente a ritroso a monte del passo di attesa 602.

In caso di esito positivo del passo 604, il modulo T procede a segnalare all'apparato M_k l'avvenuta rilevazione di trigger.

Le configurazioni preferenziali a livello hardware e software per l'implementazione degli apparati S_k e M tramite personal computer sono già state descritte in precedenza.

Lo schema della figura 10 mira ad evidenziare ulteriormente il fatto che il singolo apparato S_k può essere vantaggiosamente configurato in modo da presentare una connessione K verso la rete N da analizzare, quanto un insieme di funzionalità di connessione verso l'apparato M suscettibili di essere tanto di tipo diretto (funzionalità C, C_t della figura 6) quanto di tipo indiretto (funzionalità C' e C'' della stessa figura 6).

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'IOULX
s.r.l.

Come si è visto, le funzionalità di connessione fra l'apparato S_k e l'apparato M possono transitare tanto su una rete (ad esempio una rete di tipo LAN, acronimo per Local Area Network) apposita quanto sfruttando ai fini della connessione la stessa rete N sottoposta ad analisi.

Il personal computer utilizzato per l'implementazione degli apparati S_k è quindi di solito dotato delle interfacce necessarie per le connessioni descritte, mentre sull'apparato M può essere vantaggiosamente installato il programma suscettibile di configurare tale apparato come un server FTP (acronimo per File Transfer Protocol). Una soluzione vantaggiosa al riguardo è la soluzione disponibile con il nome commerciale di BulletProof FTP server 2.15.

In modo vantaggioso, quale segnale di trigger è possibile utilizzare un pacchetto ICMP (acronimo per Internet Control Message Protocol) con un contenuto del carico utile o payload prefissato.

Il meccanismo di cattura dei pacchetti, filtraggio e rilevazione del segnale di trigger (se prevista a livello dell'apparato S_k) può essere agevolmente realizzato con le primitive offerte dalla libreria WinPcap già citata in precedenza. I pacchetti catturati possono essere salvati su un

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

buffer circolare realizzato scrivendo su tre file a rotazione, con il passaggio da un file all'altro che avviene al superamento di una dimensione data (ad esempio un MB per ogni file). In sede di cattura dei pacchetti, una semplice verifica del contenuto degli stessi a livello ICMP (che si appoggia direttamente sul protocollo internet IP) consente di rilevare il trigger. A fronte della rilevazione del trigger, si procede a cambiare i tre file su cui continuare l'archiviazione dei dati e ad inviare i file precedentemente utilizzati al server FTP remoto tramite il comando FTP. I file inviati possono quindi essere cancellati dall'archivio dell'apparato S_k .

A titolo di ulteriore esempio di possibilità di impiego della soluzione secondo l'invenzione si descriverà ora, con riferimento allo schema della figura 11, l'implementazione di una specifica funzione di rilevazione della qualità di servizio attuata in un contesto GPRS del tipo di quello già illustrato con riferimento alla figura 5.

Si ricorda ancora una volta il fatto che il riferimento a tale possibile contesto di applicazione non deve essere in alcun interpretato in senso limitativo della portata dell'invenzione.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



Nel caso specifico considerato nella figura 11 si suppone di avere a che fare con una situazione in cui la qualità di servizio end-to-end è influenzata in senso negativo dal fatto che il software di gestione delle risorse radio utilizzato nella rete GPRS considerata non funziona in modo corretto e, come risultato, sottrae saltuariamente risorse radio ad un utente, salvo poi riallocarle con un conseguente calo di throughput in occasione di tali eventi.

La figura 11 rappresenta un esempio di architettura che consente di individuare il suddetto problema.

Si apprezzerà che in tale figura sono stati rappresentati diversi apparati/moduli già illustrati con riferimento agli schemi delle figure 1 e 5. Per questo motivo la descrizione della natura e della funzione di tali moduli non viene riproposta in questa sede.

Rispetto agli elementi già presentati nelle figure 1 e 5, nella figura 11 è stata evidenziata la presenza di un punto di accesso AP con funzione di punto di accesso WLAN (acronimo per Wireless Local Area Network) nonché la presenza di un server FTP locale, indicato con FTPL, attestato sull'interfaccia Gi fra il nodo CGSN e la rete IP.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Il punto di accesso AP è collegato tramite un cavo ethernet CE all'apparato S_3 (implementato tramite strumentazione Tektronix K1297).

Nella stessa figura 11 sono state evidenziate le connessioni WLAN esistenti tra il nodo AP e l'apparato M, l'apparato A nonché l'apparato S_3 . Tali connessioni (destinate ad assicurare le varie funzionalità di trasmissione del trigger su cavo, del trigger su WLAN, di sincronizzazione su WLAN, nonché di trasmissione di dati su WLAN) operano secondo criteri per sé noti, tali da non richiedere la descrizione particolareggiata in questa sede.

In questo caso il terminale mobile T1 collegato all'apparato A fungente da client è un terminale di test in grado di monitorare l'interfaccia radio. Si può trattare, con riferimento agli esempi già fatti in precedenza, di un terminale TEMS di produzione Ericsson equipaggiato con il software di gestione denominato TEMS Investigation.

Si apprezzerà inoltre che l'apparato indicato con S_3 nello schema della figura 11 incorpora di fatto in sé funzionalità di monitoraggio di entrambe le interfacce Gi e Gb che, nello schema della figura 5, sono rappresentate come attribuite a due diversi apparati indicati rispettivamente con S_2 e S_3 .

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

Lo schema della figura 11 corrisponde al riguardo ad una semplificazione di natura implementativa legata al fatto che, nel contesto ivi considerato, è possibile aggregare entrambe le funzioni di monitoraggio e demandandole ad un unico insieme di strumentazione.

Questo fatto permette altresì di rendersi conto del fatto che le architetture generali rappresentate nelle figure 1 e 5 si prestano agevolmente, proprio per la loro flessibilità, a varianti implementative di questa natura.

La scelta - preferenziale ma di certo non imperativa - di utilizzare un server FTP locale, quale il server FTPL illustrato nella figura 11, è legata in via principale al desiderio di non introdurre ritardi e perdite proprie del mondo internet.

Le prove sono effettuate in ambiente radio controllato. A questo fine si allocano staticamente i canali GPRS e si fa in modo di avere un solo utente. Quest'ultimo è quindi in grado di sfruttare tutte le risorse radio che la rete mette a disposizione per una determinata cella servita da una particolare BTS.

L'apparato A effettua prove continue di FTP download dal server FTPL e calcola il throughput a

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

livello applicativo. Tramite la funzione di gestione del terminale di test, si è in grado di monitorare tutti i messaggi sull'interfaccia radio e contemporaneamente, tramite la funzione di analisi dei protocolli implementata dall'apparato S₃, si registrano i pacchetti che transitano sulle interfacce di rete Gb e Gi per calcolare il throughput all'interno della rete.

I dati raccolti dall'apparato A indicano un saltuario calo di throughput. Peraltro, i dati raccolti sulle interfacce Gb e Gi indicano che non vi sono ritardi tali da giustificare l'anomalia, a livello di rete di base (core network). L'analisi dei dati raccolti a partire dal terminale mobile T1 evidenzia infatti la presenza di messaggi indicanti perdite successive a riallocazione di risorse radio da parte della rete in una situazione nella quale ciò non dovrebbe avvenire (le condizioni di prova prevedono infatti, come detto, la presenza di un solo utente con allocazione statica delle risorse). L'analisi effettuata consente quindi di concludere con certezza che il problema risiede nel malfunzionamento della funzione di gestione delle risorse radio utilizzata dal sistema.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, i particolari di realizzazione e le

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



forme di attuazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per rilevare la qualità di servizio a livello applicativo in una rete per telecomunicazioni (N), caratterizzato dal fatto che comprende le operazioni di:

- provvedere una funzione (A) di attuazione di sessioni a livello applicativo su detta rete (N),

- attuare una sessione tramite detta funzione di attuazione (A), rilevando (F) e memorizzando (H_k), in un insieme di punti ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta rete (N), dati indicativi del comportamento di detta rete e verificando (B) l'eventuale insorgere di situazioni di criticità relative a detta qualità di servizio,

- a fronte dell'insorgere di una detta situazione di criticità, generare un segnale di avviso (Trigger), e

- raccogliere (H), per effetto della generazione di detto segnale di avviso, detti dati indicativi del comportamento della rete rilevati e memorizzati in detto insieme di punti della rete (N), i dati così raccolti essendo indicativi della qualità di servizio della rete (N) stessa.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta operazione di rilevare (F) e memorizzare (H_k) detti dati

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

indicativi del comportamento della rete (N) è attuata in una pluralità di punti diversi ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta rete.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detta operazione di rilevare (F) detti dati indicativi del comportamento di detta rete viene attuata in modo sincronizzato (Sync) in detti punti diversi ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta rete.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 2 o la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che comprende le operazioni di:

- memorizzare (H_k) detti dati indicativi del comportamento di detta rete a livello del corrispondente punto di detto insieme, e
- raccogliere detti dati indicativi del comportamento di detta rete (N) a livello centralizzato (H) per effetto della generazione di detto segnale di avviso.

5. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2 a 4, caratterizzato dal fatto che comprende le operazioni di:

- provvedere una funzione centralizzata (M) di gestione della qualità di servizio della rete,
- inviare detto segnale di avviso (Trigger) verso detta funzione centralizzata (M), e

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

- diffondere detto segnale di avviso a partire da detta funzione centralizzata (M) verso i punti di detto insieme ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) per procedere alla raccolta di detti dati indicativi del comportamento di detta rete.

6. Procedimento secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che comprende le operazioni di:

- associare a detta funzione di attuazione (A), una funzione di controllo (B) sensibile a dati suscettibili di essere indicativi di situazioni di criticità relative alla qualità di servizio della rete, e

- sottoporre detti dati suscettibili di essere indicativi di situazioni di criticità relative alla qualità di servizio della rete a filtraggio (212) tramite detta funzione di controllo (B), detta funzione di controllo (B) essendo suscettibile di generare detto segnale di avviso (214) per effetto di detta funzione di filtraggio (212).

7. Procedimento secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detta funzione di attuazione (A) e detta funzione di controllo (B) cooperano fra loro secondo una generale configurazione agent/server, in cui detta funzione

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



di attuazione (A) funge da agent e detta funzione di controllo (B) funge da server.

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, applicato alla rilevazione della qualità di servizio di una rete per telecomunicazioni comprendente una pluralità di interfacce. (Gi, Gb), caratterizzato dal fatto che detta operazione di rilevare in un insieme di punti ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta rete (N) dati indicativi del comportamento della rete (N) stessa implica il monitoraggio dei dati in transito su una di dette interfacce (Gi, Gb).

9. Procedimento secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che l'operazione di memorizzare (H) dati indicativi del comportamento di detta rete in un insieme di punti ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta rete (N) comporta la memorizzazione di dati relativi ad una finestra temporale data.

10. Procedimento secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che comprende l'operazione di provvedere almeno un rispettivo canale di trasmissione (C, C_t) per l'inoltro di almeno un segnale fra:

- detto segnale di avviso verso i punti di detto insieme ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$), e

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

- detti dati indicativi del comportamento della rete (N) rilevati (F) e memorizzati (H) nei punti di detto insieme.

11. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 10, caratterizzato dal fatto che comprende l'operazione di trasmettere su detta rete sottoposta a monitoraggio (N) almeno un segnale fra:

- detto segnale di avviso verso i punti di detto insieme ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$), e

- detti dati indicativi del comportamento della rete (N) rilevati (F) e memorizzati (H) nei punti di detto insieme.

12. Procedimento secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che comprende l'operazione di provvedere nei punti di detto insieme ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) una funzione di filtraggio (T) per intercettare detto segnale di avviso trasmesso su detta rete (N) sottoposta a monitoraggio.

13. Sistema per rilevare la qualità di servizio a livello applicativo in una rete per telecomunicazioni (N), caratterizzato dal fatto che comprende:

- almeno un apparato di test (A) per l'attuazione di sessioni a livello applicativo su detta rete (N),

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

- almeno un apparato di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) per rilevare (F) e memorizzare (H_k) in un insieme di punti ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta rete (N) dati indicativi del comportamento di detta rete,

- almeno un apparato di verifica (B) per verificare l'eventuale insorgere di situazioni di criticità relative a detta qualità di servizio e generare, a fronte dell'insorgere di una detta situazione di criticità, un segnale di avviso (Trigger), e

- un apparato di raccolta (H) per raccogliere, per effetto della generazione di detto segnale di avviso, detti dati indicativi del comportamento della rete rilevati e memorizzati in detto insieme di punti della rete (N), i dati così raccolti essendo indicativi della qualità di servizio della rete (N) stessa.

14. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che comprende una pluralità di detti apparati di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) per rilevare (F) e memorizzare (H_k) detti dati indicativi del comportamento della rete (N) in una pluralità di punti diversi ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta rete (N).

15. Sistema secondo la rivendicazione 14, caratterizzato dal fatto che comprende moduli di

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OULX
s.r.l.

sincronizzazione (Sync) associati agli apparati di monitoraggio di detta pluralità ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) per rilevare (F) detti dati indicativi del comportamento di detta rete (N) in modo sincronizzato su detti punti diversi ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta rete (N).

16. Sistema secondo la rivendicazione 14 o la rivendicazione 15, caratterizzato dal fatto che detti apparati di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta pluralità comprendono:

- una memoria (H_k) per memorizzare a livello del corrispondente punto di detto insieme ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) detti dati indicativi del comportamento di detta rete, e

- un modulo di trasmissione (M_k) per trasmettere detti dati indicativi del comportamento di detta rete (N) verso detto apparato di raccolta (H) per effetto della generazione di detto segnale di avviso.

17. Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 13 a 16, caratterizzato dal fatto che comprende un apparato per la gestione centralizzata (M) della qualità di servizio della rete configurato per ricevere detto segnale di avviso (Trigger) da detto almeno un apparato di verifica (B) e diffondere detto segnale di avviso verso detti

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUJX
s.r.l.



apparati di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) di detta pluralità.

18. Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 13 a 17, caratterizzato dal fatto che detto almeno un apparato di test (A) e detto almeno un apparato di verifica (B) cooperano fra loro secondo una generale configurazione agent/server, in cui detto apparato di test (A) funge da agent e detto apparato di verifica (B) funge da server.

19. Sistema secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 13 a 18, per la rilevazione della qualità di servizio di una rete per telecomunicazioni comprendente una pluralità di interfacce (G_i, G_b), caratterizzato dal fatto che detto almeno un apparato di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) è un apparato di monitoraggio dei dati in transito su una di dette interfacce (G_i, G_b).

20. Sistema secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 13 a 19, caratterizzato dal fatto che detto almeno un apparato di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) comprende una memoria (H_k) dimensionata per memorizzare dati indicativi del comportamento di detta rete (N) relativi ad una finestra temporale data.

21. Sistema secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 13 a 20, caratterizzato

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OULX
s.r.l.

dal fatto che comprende almeno un rispettivo canale di trasmissione (C, C_t) per l'inoltro di almeno un segnale fra:

- detto segnale di avviso verso detto almeno un apparato di monitoraggio (S_1, \dots, S_k, S_n), e

- detti dati indicativi del comportamento della rete (N) rilevati (F) e memorizzati (H) a partire da detto almeno un apparato di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$).

22. Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 13 a 21, caratterizzato dal fatto di essere configurato per trasmettere su detta rete sottoposta a monitoraggio (N) almeno un segnale fra:

- detto segnale di avviso verso detto almeno un apparato di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$), e

- detti dati indicativi del comportamento della rete (N) rilevati (F) e memorizzati (H) a partire da detto almeno un apparato di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$).

23. Sistema secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto che detto almeno un apparato di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) comprende un modulo di filtraggio addizionale (T) per intercettare detto segnale di avviso trasmesso su detta rete sottoposta a monitoraggio (N).

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OULX
s.r.l.

24. Prodotto informatico direttamente caricabile nella memoria di un elaboratore numerico e comprendenti porzioni di codice software suscettibili di attuare detta funzione di attuazione di sessioni a livello applicativo su detta rete (N), nell'ambito di un procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 12, quando detto prodotto informatico è eseguito su un elaboratore numerico.

25. Prodotto informatico direttamente caricabile nella memoria di un elaboratore numerico e comprendente porzioni di codice software suscettibili di attuare dette operazioni di rilevare (F) e memorizzare (H) detti dati indicativi del comportamento della rete (N), nell'ambito di un procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 12, quando il prodotto informatico è eseguito su un elaboratore numerico.

26. Prodotto informatico direttamente caricabile nella memoria di un elaboratore numerico e comprendente porzioni di codice software suscettibili di attuare almeno una fra dette operazioni di verificare (B) l'eventuale insorgere di una situazione di criticità relativa a detta qualità di servizio e detta operazione di generare un segnale di avviso (Trigger) all'insorgere di detta una situazione di criticità, nell'ambito di un

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 12, quando detto prodotto informatico è eseguito su un elaboratore numerico.

27. Prodotto informatico direttamente caricabile nella memoria di un elaboratore numerico e comprendente porzioni di codice software suscettibili di attuare almeno una fra le operazioni di:

- inviare detto segnale di avviso (Trigger) verso i punti di detto insieme, e

- raccogliere, per effetto della generazione di detto segnale di avviso, detti dati indicativi del comportamento di detta rete rilevati e memorizzati in detto insieme di punti, nell'ambito di un procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 12, quando detto prodotto informatico è eseguito su un elaboratore numerico.

28. Apparato configurato per l'impiego come detto apparato di test (A) in un sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 13 a 23.

29. Apparato configurato per l'impiego come detto apparato di monitoraggio ($S_1, \dots, S_k, \dots, S_n$) in un sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 17 a 23.

30. Apparato configurato per l'impiego come detto apparato di raccolta (H), nell'ambito di un

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.



sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni
17 a 23.

31. Apparato configurato per l'impiego come
detto apparato per la gestione centralizzata (M)
della qualità di servizio della rete nell'ambito di
un sistema secondo la rivendicazione 17.

1
Ing. Luciano BOSOTTI
N. iscriz. ALBO 260
(in proprio e per gli altri)



Fig. 1

1/6

2002A000640

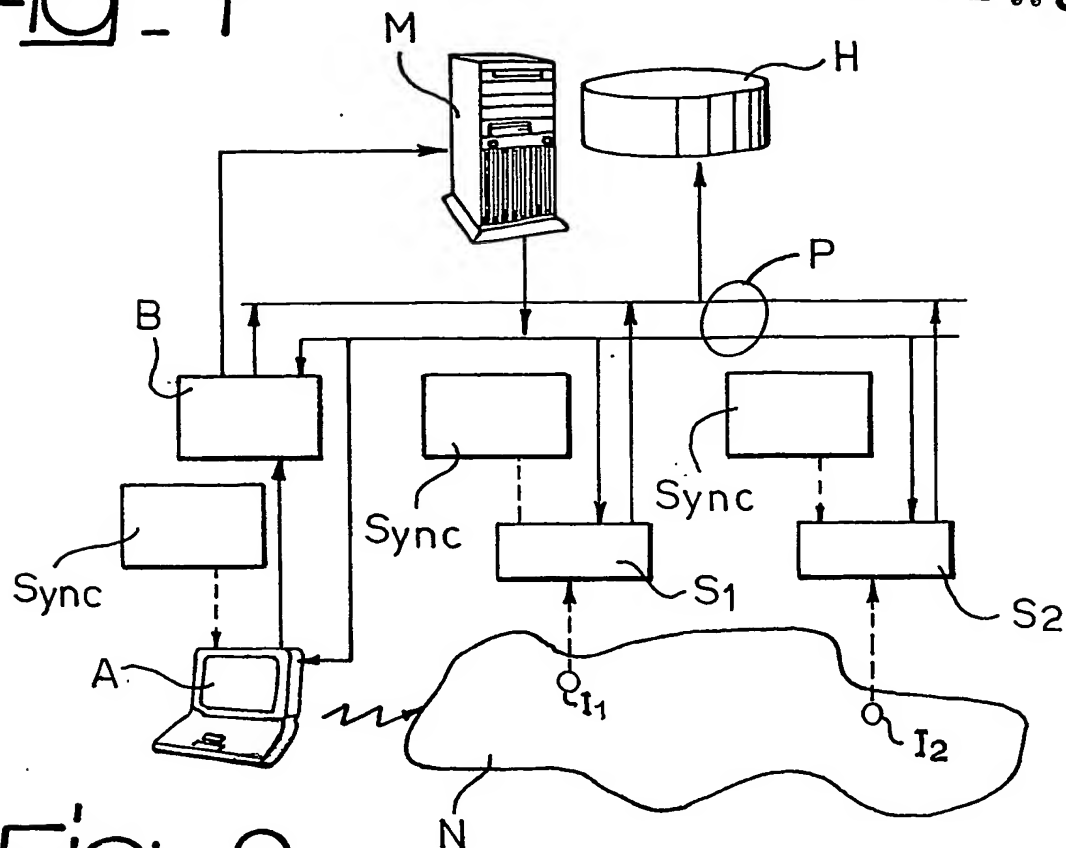


Fig. 2

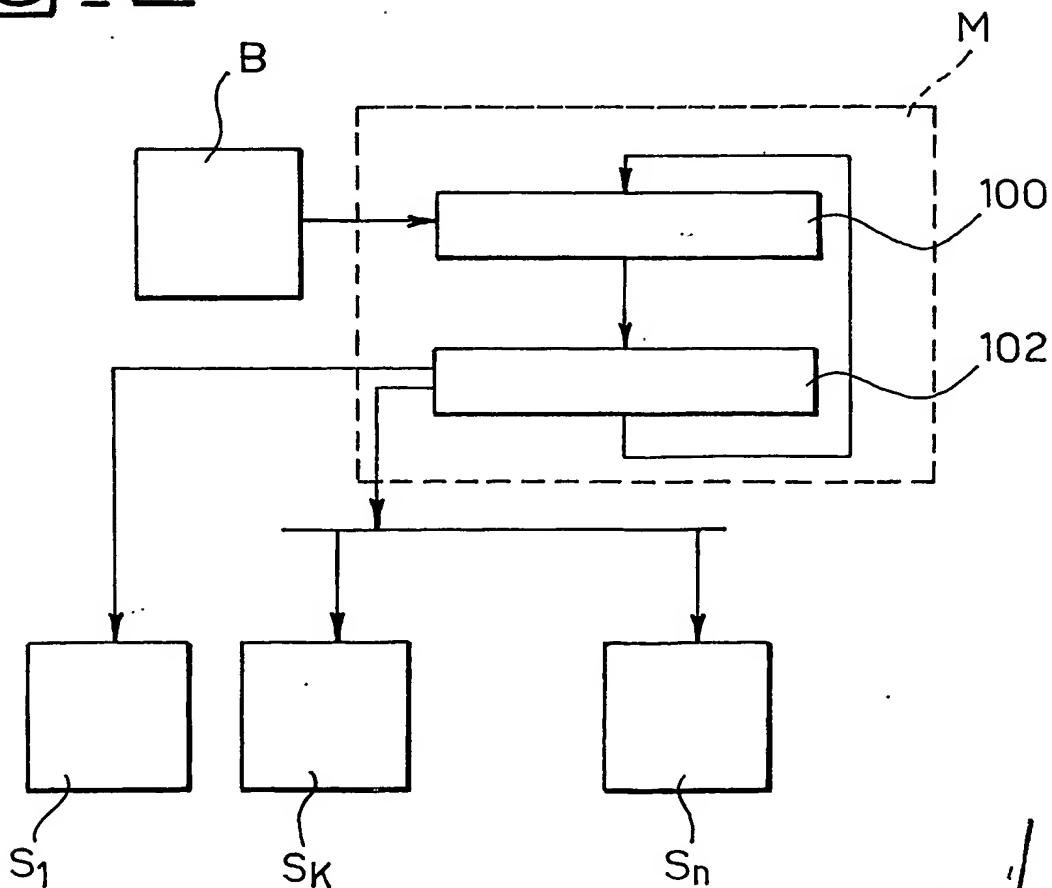


Fig. 3

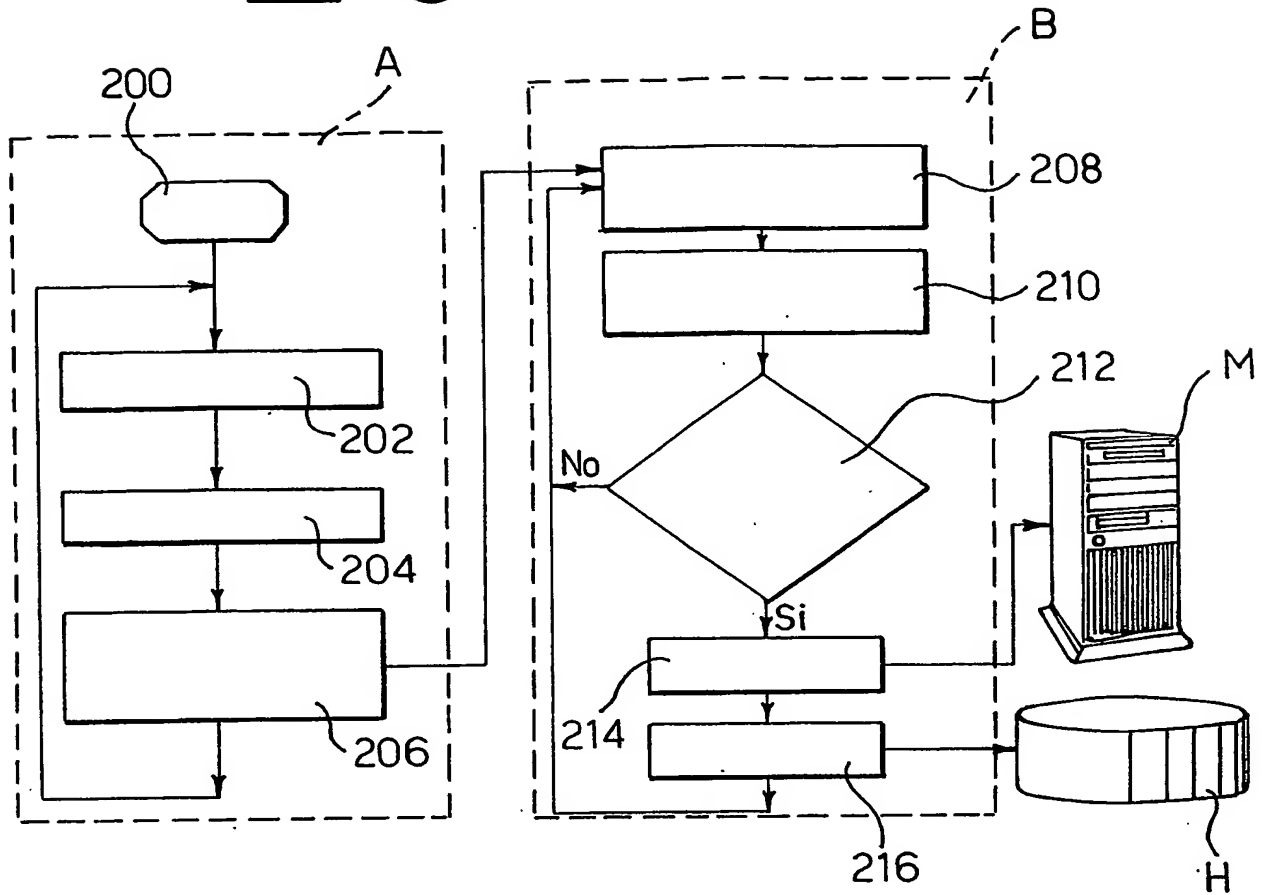


Fig. 4

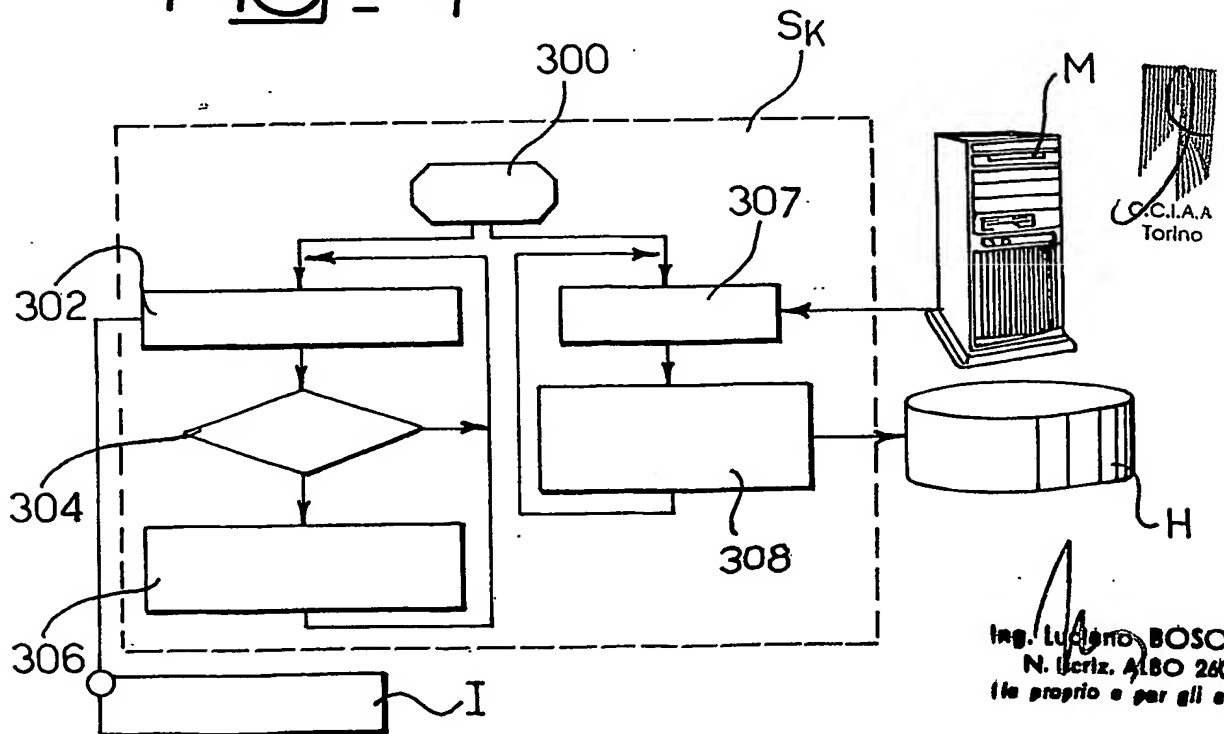


Fig. 5

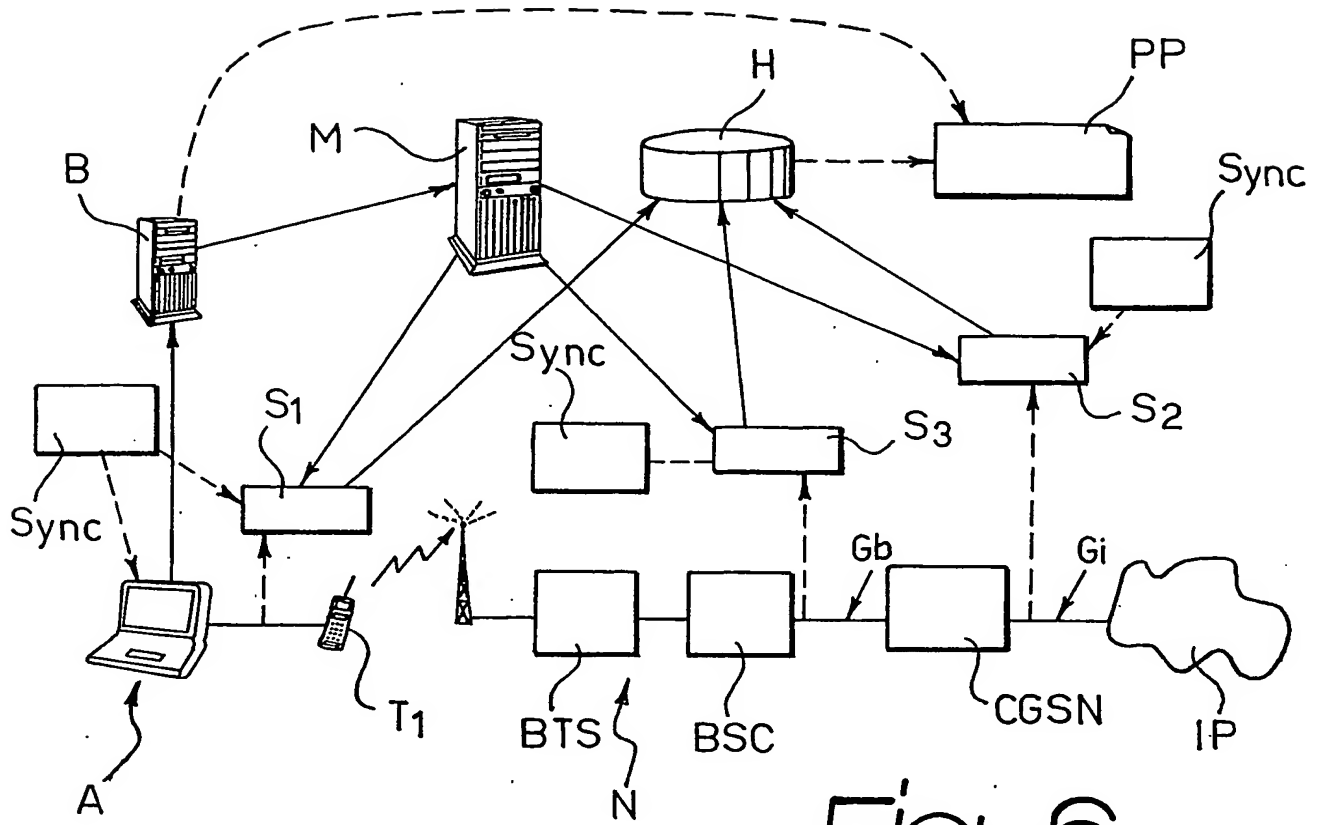
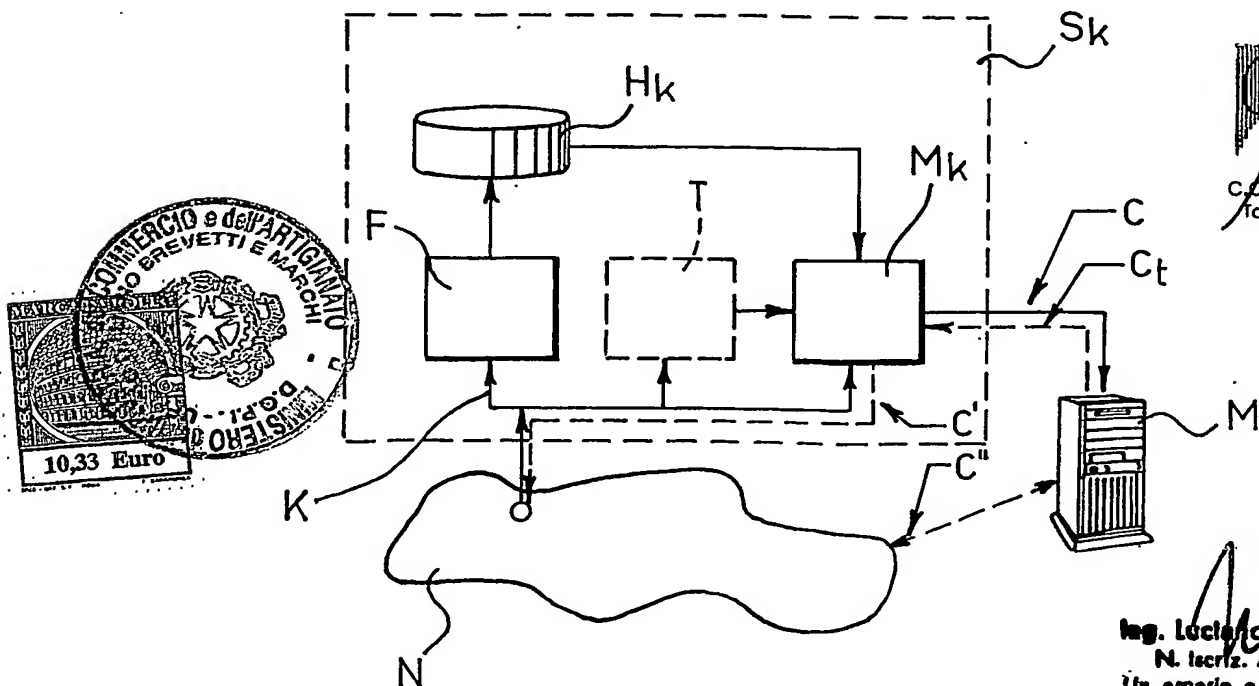


Fig. 6



C.C.I.A.A.
Torino

Fig. 7

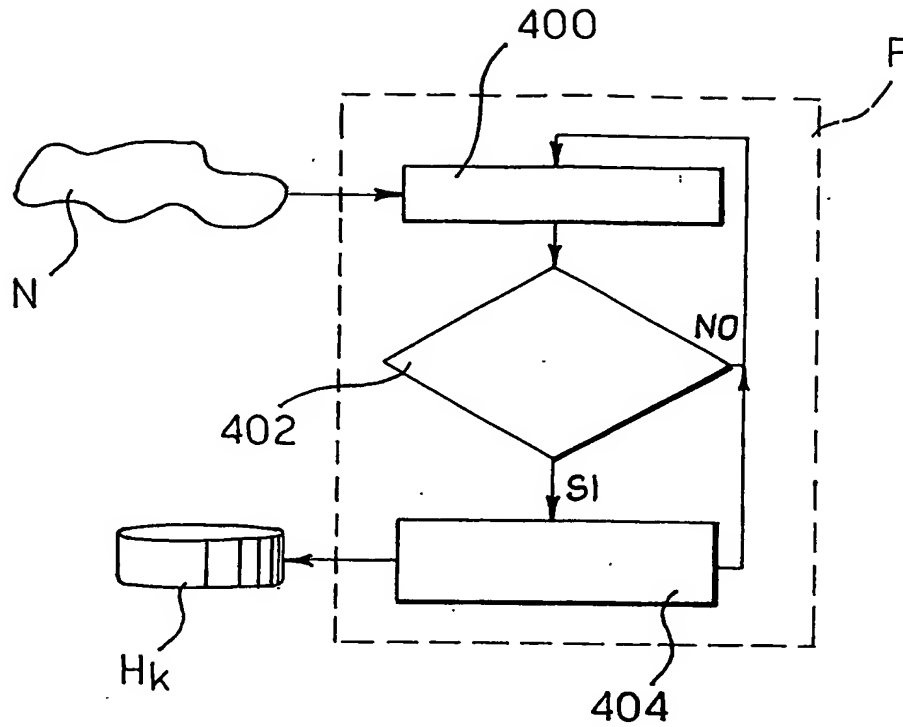
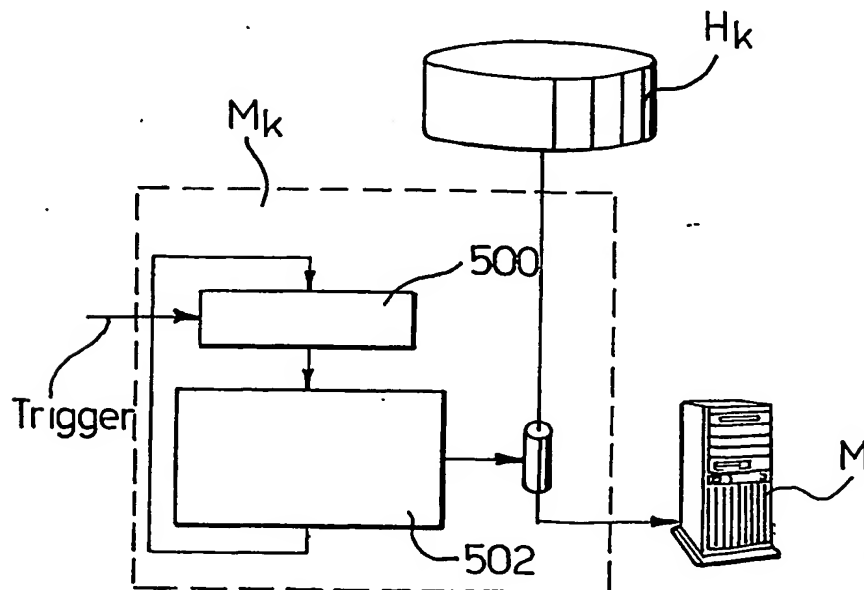


Fig. 8



C.C.A.A.
Torino

Ing. Luciano BOSOTTI
N. iscriz. AtBO 260
(a proprio e per gli altri)

Fig. 9

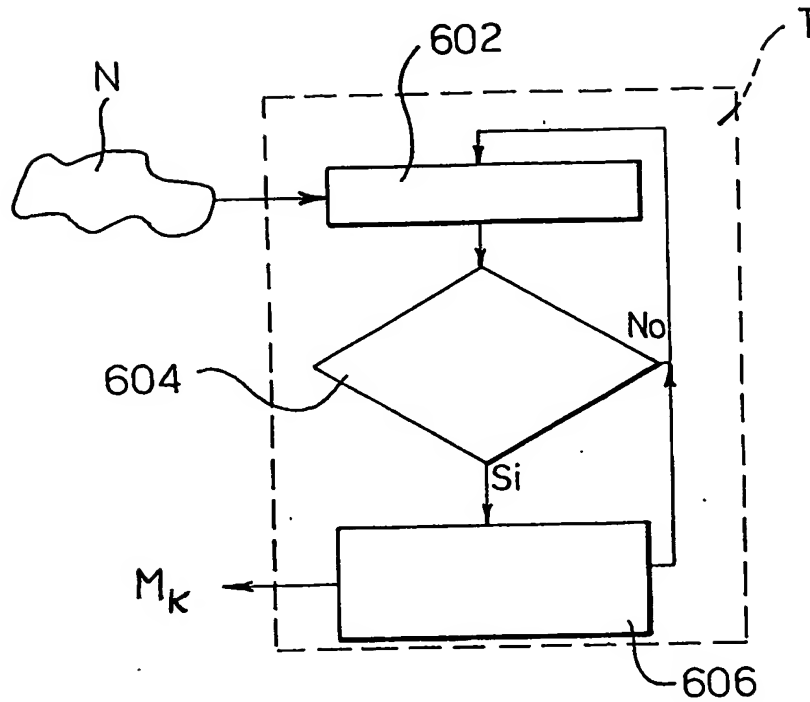
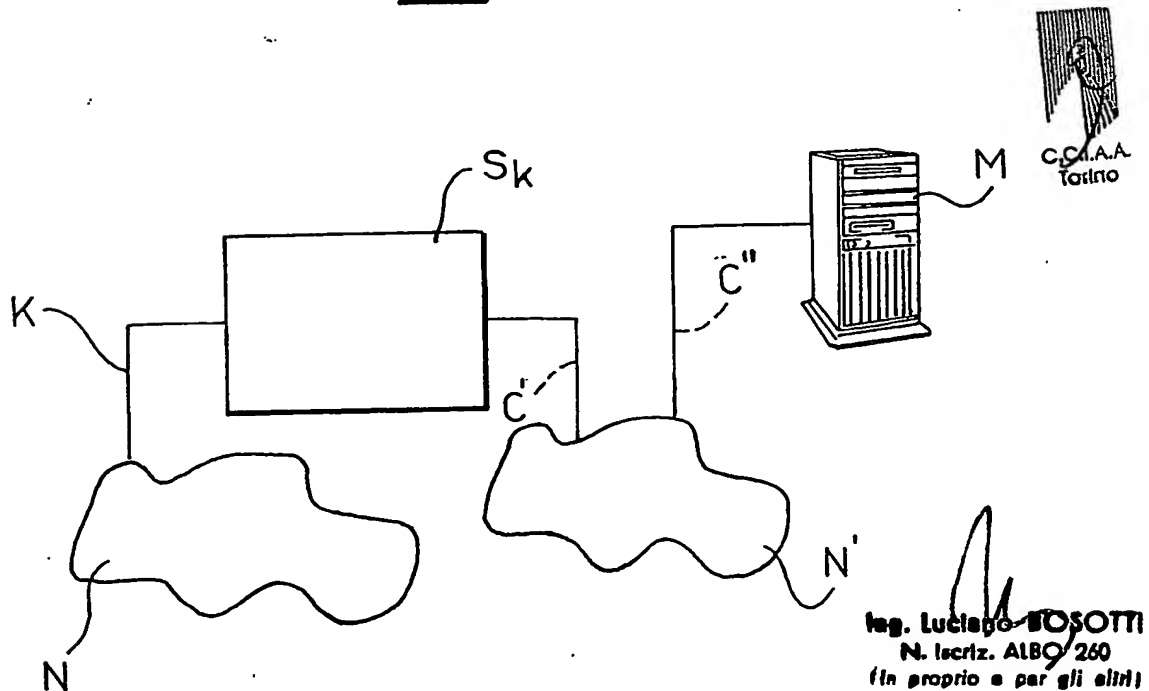
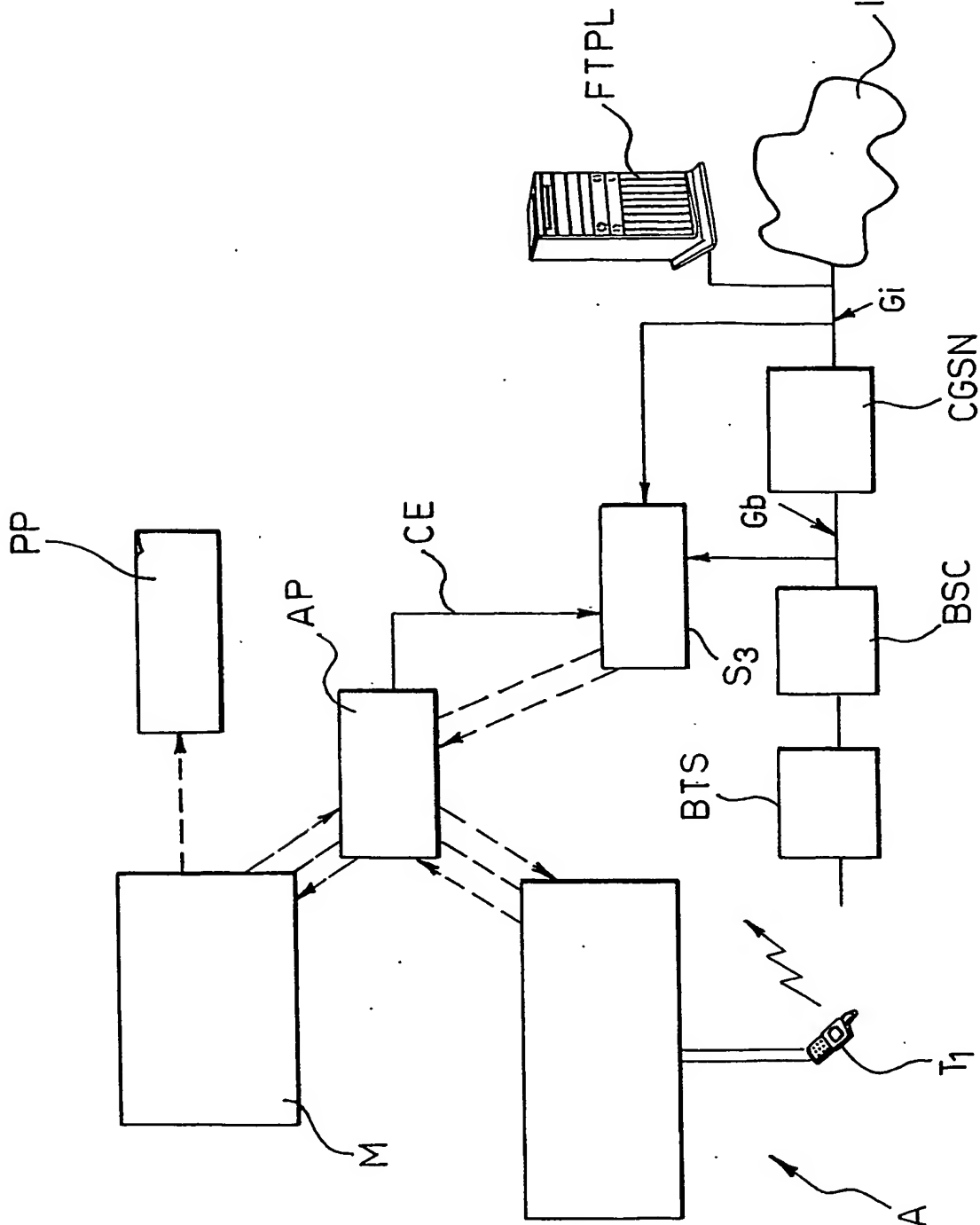


Fig. 10



2002A0000640



C.G.A.A.
Torino

Ing. Luciano BOSOTTI
N. iscriz. ALBO 260
(in proprio e per gli altri)

Fig. 11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.